

T S6/5/1

6/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

015822760 **Image available**

WPI Acc No: 2003-884963/200382

XRPX Acc No: N03-706391

Light scanning optical system for image forming device such as laser printer, has optical deflector comprising deflection reflecting surfaces that perform sine vibration at mutually different vibration period

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2003279879	A	20031002	JP 200283629	A	20020325	200382 B

Priority Applications (No Type Date): JP 200283629 A 20020325

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

JP 2003279879 A 11 G02B-026/10

Abstract (Basic): JP 2003279879 A

NOVELTY - The system includes an optical deflector (5) that scans the deflection of beam emitted from a semiconductor laser (1), along main scanning direction. The optical deflector has two sheets of deflection reflecting surfaces (51,52) performing sine vibration at a mutually different vibration period.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following:

- (1) image forming device; and
- (2) laser printer.

USE - For image forming device (claimed) such as laser printer (claimed), digital copier, multi-functional printer.

ADVANTAGE - Provides the reflection deflection of the beam at substantially equal angle speed by varying peak magnitude and vibration period of sine vibration. Hence light scanning optical system with high resolution is realized.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a sectional view of the light scanning optical system.

semiconductor laser (1)
collimator lens (2)
optical deflector (5)
image optical system (6)
scanned layer (7)
deflection reflecting surfaces (51,52)
pp; 11 DwgNo 1/10

Title Terms: LIGHT; SCAN; OPTICAL; SYSTEM; IMAGE; FORMING; DEVICE; LASER;
PRINT; OPTICAL; DEFLECT; COMPRISE; DEFLECT; REFLECT; SURFACE; PERFORMANCE
; SINE; VIBRATION; MUTUAL; VIBRATION; PERIOD

Derwent Class: P75; P81; S06; T04; V07; W02

International Patent Class (Main): G02B-026/10

International Patent Class (Additional): B41J-002/44; H04N-001/113

File Segment: EPI; EngPI

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-279879
(P2003-279879A)

(43) 公開日 平成15年10月2日 (2003. 10. 2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 2 B 26/10	1 0 4	G 0 2 B 26/10	1 0 4 Z 2 C 3 6 2
			B 2 H 0 4 5
			E 5 C 0 7 2
B 4 1 J 2/44		B 4 1 J 3/00	D
H 0 4 N 1/113		H 0 4 N 1/04	1 0 4 Z
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-83629(P2002-83629)

(22) 出願日 平成14年3月25日 (2002. 3. 25)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 石部 芳浩

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

Fターム(参考) 2C362 AA26 BA17 BA42 BA83

2H045 AB24 AB62 BA23 BA33 CA63

CA95 CB02 DA11

5C072 AA03 CA06 DA02 DA04 HA02

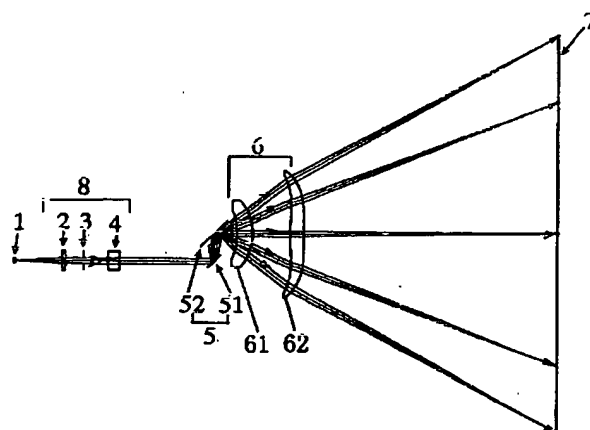
HA09 HA14 HB16 QA14 XA05

(54) 【発明の名称】 光走査光学系及びそれを用いた画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 小型で簡易な構成であるにも拘わらず被走査面上におけるスポット径が均一であり、かつ高画質化に対応できる光走査光学系及びそれを用いた画像形成装置を得ること。

【解決手段】 光源1から出射した光束の光束状態を変化させて出射させる第1の光学系2と、該第1の光学系から出射した光束を主走査方向に偏向走査する光偏向器5と、該光偏向器によって偏向走査された光束を被走査面7上に導光する結像光学系6と、を有する光走査光学系において、該光偏向器は互いに異なる振動周期の正弦振動を行う少なくとも2枚の偏向反射面51、52を有すること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から出射した光束の光束状態を変化させて出射させる第1の光学系と、該第1の光学系から出射した光束を主走査方向に偏向走査する光偏向器と、該光偏向器によって偏向走査された光束を被走査面上に導光する結像光学系と、を有する光走査光学系において、該光偏向器は互いに異なる振動周期の正弦振動を行う少なくとも2枚の偏向反射面を有することを特徴とする光走査光学系。

【請求項2】 前記少なくとも2枚の偏向反射面は、正弦振動の最大振幅がそれぞれ異なり、該少なくとも2枚の偏向反射面によって反射偏向された光束の角速度が略等角速度で略1次元方向に偏向走査される領域を有することを特徴とする請求項1記載の光走査光学系。

【請求項3】 前記結像光学系は、前記光偏向器によって略等角速度で略1次元に偏向走査された光束を前記被走査面上において略等速度に変換していることを特徴とする請求項2記載の光走査光学系。

【請求項4】 前記光源から出射する光束の変調周波数を前記光偏向器で反射偏向される光束の走査角に応じて連続的に変化させることを特徴とする請求項3記載の光走査光学系。

【請求項5】 前記結像光学系は、前記光偏向器の略等角速度から生ずる被走査面上における等速誤差と逆方向の等速誤差を含んだ $f\theta$ 特性を有していることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の光走査光学系。

【請求項6】 前記被走査面上の走査中心以外の任意の位置における主走査方向の光束の結像スポット径を ϕm_1 、走査中心位置における主走査方向の光束の結像スポット径を ϕm_0 とすると、

$$0.8 \times \phi m_0 \leq \phi m_1 \leq 1.2 \times \phi m_0$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の光走査光学系。

【請求項7】 前記光源は、2つ以上の発光点を有していることを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載の光走査光学系。

【請求項8】 前記結像光学系の走査中心以外の任意の走査角における副走査方向の横倍率を βs_1 、走査中心位置における副走査方向の横倍率を βs_0 とすると、 $-0.25 \leq (\beta s_1 - \beta s_0) / \beta s_0 \leq 0.25$ の条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の光走査光学系。

【請求項9】 前記光源から出射する光束の波長が350～500nmの範囲であることを特徴とする請求項1乃至8の何れか1項に記載の光走査光学系。

【請求項10】 請求項1乃至9の何れか1項の光走査光学系と、被走査面に配置された感光体と、該光走査光学系で走査された光ビームによって該感光体上に形成さ

れた静電潜像をトナー像として現像する現像器と、該現像されたトナー像を被転写材に転写する転写器と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器と、外部機器から入力されたコードデータを画像信号に変換して前記光走査装置に出力せしめるプリンタコントローラと、を有することを特徴とする画像形成装置。

【請求項11】 請求項1乃至9の何れか1項の光走査光学系を用いて、前記被走査面上に設けた感光ドラムに光束を導光することを特徴とするレーザービームプリンタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光走査光学系及びそれを用いた画像形成装置に関し、特に光偏向器として正弦振動を行う光偏向器を用いることにより、小型で簡易な構成であるにも拘わらずスポット径が均一であり、かつ高画質化に対応できる、例えば電子写真プロセスを有するレーザービームプリンタやデジタル複写機やマルチファンクションプリンタ（多機能プリンタ）等の画像形成装置に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来から光偏向器として正弦振動を行う光偏向器を使用した光走査光学系（及び光走査装置）が種々と提案されている。光偏向器として正弦振動を行う光偏向器を使用した光走査光学系は、ポリゴンミラー等の回転多面鏡を使用した光走査光学系に比べて、光偏向器を大幅に小型化することが可能であること、消費電力が少ないこと、特に半導体プロセスによって製造されるSi単結晶からなる光偏向器は理論上金属疲労が無く耐久性にも優れていること、等の特徴がある。

【0003】一方、正弦振動を行う光偏向器によって反射偏向された光束を被走査面上で結像し等速走査させる為には、通常結像光学系（結像レンズ）として \arcsin レンズを用いることが多い。

【0004】この \arcsin レンズを使用し、かつ正弦振動を行う光偏向器を使用した光走査光学系が、例えば特開平9-230276号公報、特開平9-230277号公報、特開平9-230278号公報、特開平9-230279号公報等で種々と提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一般に回転多面鏡を使用した光走査光学系に用いられる結像レンズは、偏向反射面によって等角速度で反射偏向された光束を被走査面上で等速走査に変換する為の所謂 $f\theta$ レンズが使用されている。

【0006】一方、正弦振動を行う光偏向器を使用する光走査光学系においては、偏向反射面によって反射偏向された光束が正弦的に角速度が変化してしまう為、結像レンズとして従来の $f\theta$ レンズを使用してしまうと、被走査面上において等速走査させることが出来なくなって

しまう。よって正弦振動を行う光偏向器を使用する光走査光学系においては、正弦的に角速度が変化する光束を被走査面上において等速走査に変換する為の所謂 \arcsin レンズという結像レンズが用いられている。

【0007】ところが上記 \arcsin レンズには、走査中心に対して走査端部の主走査方向の Fno (F ナンバー) が変化してしまうという特性があり、その為に走査中心と走査端部の被走査面上におけるスポット径が不均一になってしまうという問題点が存在する。

【0008】具体的には走査中心部の主走査方向のスポット径に対して走査端部の主走査方向のスポット径が大きくなってしまう。これは正弦的に角速度が変化する光束を被走査面上において等速度に走査させる為に生ずる現象である。

【0009】上記従来の正弦振動を行う光偏向器を使用する光走査光学系におけるこのような現象は、ディスプレイ等の用途に使用する場合には大きな問題とはならないが、レーザービームプリンタやデジタル複写機やマルチファンクションプリンタ等の画像形成装置に使用する場合には、無視することの出来ない大きな問題点となる。

【0010】被走査面上においてスポット径にバラツキがあると、ハーフトーンの画像における諧調再現性の劣化・場所による細線の幅の再現性の劣化等といった不具合が生じてしまう。その為、上記従来の正弦振動を行う光偏向器を使用する光走査光学系を用いた画像形成装置に於いては、高解像度・高品位の画像出力を達成出来なくなってしまう。これは正弦振動を行う光偏向器を使用する光走査光学系を用いた場合には避けられない問題点であった。

【0011】従って、従来の光偏向器として正弦振動を行う光偏向器を使用した光走査光学系（及び光走査装置）を用いた画像形成装置は、高品位の画像出力を得ることが非常に困難であるという問題点があった。

【0012】本発明は主走査方向の Fno (F ナンバー) の変化を少なくし、小型で簡易な構成であるにも拘わらず被走査面上におけるスポット径が均一であり、かつ高画質化に対応できる光走査光学系及びそれを用いた画像形成装置の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の光走査光学系は、光源から出射した光束の光束状態を変化させて出射させる第1の光学系と、該第1の光学系から出射した光束を主走査方向に偏向走査する光偏向器と、該光偏向器によって偏向走査された光束を被走査面上に導光する結像光学系と、を有する光走査光学系において、該光偏向器は互いに異なる振動周期の正弦振動を行う少なくとも2枚の偏向反射面を有することを特徴としている。

【0014】請求項2の発明は請求項1の発明におい

て、前記少なくとも2枚の偏向反射面は、正弦振動の最大振幅がそれぞれ異なり、該少なくとも2枚の偏向反射面によって反射偏向された光束の角速度が略等角速度で略1次元方向に偏向走査される領域を有することを特徴としている。

【0015】請求項3の発明は請求項2の発明において、前記結像光学系は、前記光偏向器によって略等角速度で略1次元に偏向走査された光束を前記被走査面上において略等速度に変換していることを特徴としている。

【0016】請求項4の発明は請求項3の発明において、前記光源から出射する光束の変調周波数を前記光偏向器で反射偏向される光束の走査角に応じて連続的に変化させることを特徴としている。

【0017】請求項5の発明は請求項1乃至4の何れか1項の発明において、前記結像光学系は、前記光偏向器の略等角速度から生ずる被走査面上における等速誤差と逆方向の等速誤差を含んだ $f\theta$ 特性を有していることを特徴としている。

【0018】請求項6の発明は請求項1乃至5の何れか1項の発明において、前記被走査面上の走査中心以外の任意の位置における主走査方向の光束の結像スポット径を ϕm_1 、走査中心位置における主走査方向の光束の結像スポット径を ϕm_0 とするとき、

$$0.8 \times \phi m_0 \leq \phi m_1 \leq 1.2 \times \phi m_0$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0019】請求項7の発明は請求項1乃至6の何れか1項の発明において、前記光源は、2つ以上の発光点を有していることを特徴としている。

【0020】請求項8の発明は請求項1乃至7の何れか1項の発明において、前記結像光学系の走査中心以外の任意の走査角における副走査方向の横倍率を βs_1 、走査中心位置における副走査方向の横倍率を βs_0 とするとき、

$$-0.25 \leq (\beta s_1 - \beta s_0) / \beta s_0 \leq 0.25$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0021】請求項9の発明は請求項1乃至8の何れか1項の発明において、前記光源から出射する光束の波長が350～500nmの範囲であることを特徴としている。

【0022】請求項10の発明の画像形成装置は、請求項1乃至9の何れか1項の光走査光学系と、被走査面に配置された感光体と、該光走査光学系で走査された光ビームによって該感光体上に形成された静電潜像をトナー像として現像する現像器と、該現像されたトナー像を被転写材に転写する転写器と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器と、外部機器から入力されたコードデータを画像信号に変換して前記光走査装置に出力せしめるプリンタコントローラと、を有することを特徴としている。

【0023】請求項11の発明のレーザービームプリン

タは、請求項1乃至9の何れか1項の光走査光学系を用いて、前記被走査面上に設けた感光ドラムに光束を導光することを特徴としている。

【0024】

【発明の実施の形態】〔実施形態1〕図1は本発明の光走査光学系の実施形態1の主走査方向の要部断面図（主走査断面図）である。

【0025】尚、本明細書において光偏向器によって光束が反射偏向（偏向走査）される方向を主走査方向、結像光学系の光軸及び主走査方向と直交する方向を副走査方向と定義する。

【0026】同図において1は光源であり、例えば半導体レーザー等より成っている。2は第1の光学系としてのコリメーターレンズであり、光源1から出射された光束を略平行光束（もしくは発散光束もしくは収束光束）に変換している。3は開口絞りであり、通過光束を制限してビーム形状を整形している。4はシリンドリカルレンズであり、副走査方向にのみ所定のパワーを有しており、開口絞り3を通過した光束を副走査断面内で後述する光偏向器5の第1の偏向反射面51と第2の偏向反射面52の中間位置近傍にほぼ線像として結像させている。尚、コリメーターレンズ2、開口絞り3、そしてシリンドリカルレンズ4等の各要素は入射光学手段8の一要素を構成している。

【0027】5は光偏向器であり、互いに異なる振動周期の正弦振動を行う第1、第2の2枚の偏向反射面51、52を有している。本実施形態における第1、第2の偏向反射面51、52は、正弦振動の最大振幅がそれぞれ異なり、該第1、第2の偏向反射面51、52によって反射偏向された光束の角速度が略等角速度で略1次元方向に偏向走査される領域を有している。

【0028】6は結像光学系（ $f\theta$ レンズ）であり、第1、第2の2枚の結像レンズ61、62を有している。本実施形態における結像光学系6は光偏向器5によって略等角速度で略1次元に偏向走査された光束を被走査面7上において略等速度に変換している。

【0029】7は被走査面としての感光ドラム面である。

【0030】本実施形態において半導体レーザー1から出射した光束はコリメーターレンズ2により略平行光束に変換され、開口絞り3によって該光束（光量）が制限され、シリンドリカルレンズ4に入射している。シリンドリカルレンズ4に入射した略平行光束のうち主走査断面においてはそのままの状態で射出する。また副走査断面内においては収束して光偏向器5の第1の偏向反射面51と第2の偏向反射面52の中間位置近傍にほぼ線像（主走査方向に長手の線像）として結像している。そして第1、第2の偏向反射面51、52で主走査方向に反射偏向された光束は第1、第2の結像レンズ61、62により感光ドラム面7上にスポット状に結像され、略等

角速度で略1次元に偏向走査される。これにより記録媒体としての感光ドラム面7上に画像記録を行っている。

【0031】本実施形態における光偏向器5は前述の如く第1、第2の2枚の偏向反射面51、52から構成されており、共に正弦振動をしている。更に第1、第2の偏向反射面51、52は、その正弦振動の最大振幅と振動周期がそれぞれ異なっている。

【0032】第1の偏向反射面51は、最大振幅 ϕ_{1max} の範囲で主走査方向に往復振動しており、その振動角 ϕ_1 が角振動数 ω_1 、時間 t によって、

$$\phi_1 = \phi_{1max} \sin(\omega_1 t)$$

で表わされる正弦振動を行っている。

【0033】第2の偏向反射面52は、最大振幅 ϕ_{2max} の範囲で主走査方向に往復振動しており、その振動角 ϕ_2 が角振動数 ω_2 、時間 t によって、

$$\phi_2 = \phi_{2max} \sin(\omega_2 t)$$

で表わされる正弦振動を行っている。

【0034】ここで第1、第2の偏向反射面51、52で反射偏向される光束について説明する。まず第1の偏向反射面51で反射偏向された光束は、該第1の偏向反射面51の振動角 ϕ_1 の2倍の角度で反射偏向される。その偏向反射角 θ_1 は時間 t の関数として表され、

$$\theta_1 = 2\phi_1 = 2\phi_{1max} \sin(\omega_1 t)$$

となる。

【0035】次に上記偏向反射角 θ_1 で反射偏向された光束は第2の偏向反射面52によってさらに該第2の偏向反射面52の振動角 ϕ_2 の2倍の角度で反射偏向される。第2の偏向反射面52のみによって偏向される偏向反射角 θ_2 は時間 t の関数として、

$$\theta_2 = 2\phi_2 = 2\phi_{2max} \sin(\omega_2 t)$$

と書き表されるから、第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角 θ は時間 t の関数として、

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 = 2\phi_{1max} \sin(\omega_1 t) + 2\phi_{2max} \sin(\omega_2 t)$$

と書き表される。

【0036】ここで、上記 ϕ_{1max} 、 ϕ_{2max} 、 ω_1 、 ω_2 の各値を適当に選択すると、第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角は、その1周期のうちの、ある一部分において、実質的に、

$$\theta = kt + \alpha \quad (k, \alpha \text{ は定数})$$

と近似することが可能となる。即ち、略等角速度で反射偏向される。

【0037】図2は光偏向器によって反射偏向された光束の偏向角度を説明する図である。図2の曲線aは第1の偏向反射面51によって反射偏向された光束の偏向反射角 θ_1 を、横軸を時間 t として、該第1の偏向反射面51の角振動数 ω_1 の振動周期 $0 \sim 2\pi$ の範囲に相当する時間で表したグラフである。

【0038】図2の曲線bは第2の偏向反射面52のみによって反射偏向された光束の偏向反射角 θ_2 を、横軸

を時間 t として、第1の偏向反射面51の角振動数 ω_1 の振動周期 $0 \sim 2\pi$ の範囲に相当する時間で表したグラフである。

【0039】ここにおいて第1の偏向反射面51の最大振幅 $\phi_{1\max}$ は ± 36.663 度、第2の偏向反射面52の最大振幅 $\phi_{2\max}$ は ± 5.391 度、該第2の偏向反射面52の角振動数 ω_2 は $\omega_2 = 2\omega_1$ と設定する。

【0040】図2の曲線 c はこのように $\phi_{1\max}$ 、 $\phi_{2\max}$ 、 ω_1 、 ω_2 の各値を設定した場合の第1、第2の2枚の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角を、横軸を時間 t として、第1の偏向反射面51の角振動数 ω_1 の振動周期 $0 \sim 2\pi$ の範囲に相当する時間で表したグラフである。

【0041】同グラフから明らかに時間 $t = 0.65\pi \sim 1.35\pi$ の間において、実質的に $\theta = kt + \alpha$ (k 、 α は定数)とみなして構わない部分(等角速度の領域)が存在することが理解できる。

【0042】上記の如く偏向反射角 θ が $\theta = kt + \alpha$ とみなせるということは、即ち、共に正弦振動を行っている第1、第2の偏向反射面51、52によって反射偏向された光束が略等角速度で反射偏向されているということを意味している。

【0043】また光偏向器5と被走査面7との間には、結像手段である結像光学系6が配置されている。第1、第2の偏向反射面51、52によって上記の如く略等角速度で反射偏向された光束は、結像光学系6によって被走査面7上にスポット状に結像され、略等速度で走査される。

【0044】このような構成をとった場合、結像レンズとして、前述の \arcsin レンズを使用する必要はなく、 $f\theta$ レンズを使用することが可能となることは容易に理解出来よう。即ち、本実施形態においては、正弦振動を行う光偏向器を使用しているにも拘わらず結像レンズとして $f\theta$ レンズを使用することが可能となり、その結果として、走査中心と走査端部の被走査面7上における主走査方向のスポット径が不均一になってしまうという従来の \arcsin レンズを使用した場合の問題点を完全に解消することが可能となっている。

【0045】上記の如く結像レンズとして $f\theta$ レンズを使用した場合は、理論的に主走査方向のスポット径を均一ならしめることが可能であるが、第1、第2の2枚の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角 θ ($\theta = \theta_1 + \theta_2 = 2\phi_{1\max} \sin \omega_1 t + 2\phi_{2\max} \sin \omega_2 t$) の $\theta = kt + \alpha$ に対する誤差分、即ち等角速度誤差分に相当する分だけ、被走査面7上を走査するスポットに等速度誤差(即ち、 $f\theta$ 誤差)が発生することになる。

【0046】この $f\theta$ 誤差が許容範囲に収まらない場合は、前記図2における時間 $t = 0.65\pi \sim 1.35\pi$ の時間を短く設定して、 $\phi_{1\max}$ 、 $\phi_{2\max}$ 、 ω_1 、 ω_2 の各

値を、短く設定した上記時間に合わせて再度適当な値に設定することによって $f\theta$ 誤差を小さくすることが可能である。但し、その場合は、 $\phi_{1\max}$ 、 $\phi_{2\max}$ の値を比較的大きく設定する必要がある。

【0047】しかしながら正弦振動を行う光偏向器5においては、その最大振幅 $\phi_{1\max}$ と角振動数 ω_1 とはトレードオフの関係にあり、走査スピードが遅くなってしまう。このような場合、 $f\theta$ 誤差が許容範囲に収まるよう、光源1から出射する光束の変調周波数を光偏向器5で反射偏向される光束の走査角に応じて連続的に変化させることが好ましい。

【0048】尚、本実施形態においては、正弦振動を行う偏向反射面を2枚使用することによって反射偏向される光束を略等角速度とする構成をとっているが、これに限定されるものではなく、例えば、正弦振動を行う偏向反射面を3枚以上使用することによって反射偏向される光束を略等角速度とする構成としても良い。この場合は、上記反射偏向された光束の等角速度誤差をさらに小さくすることが可能となることは言うまでも無い。

【0049】また本実施形態においてはコリメーターレンズ2とシリンドリカルレンズ4等を用いずに、光源1からの光束を直接開口絞り3を介して光偏向器5に導光しても良い。

【0050】また本実施形態においては結像光学系6を2枚のレンズより構成したが、これに限らず、例えば単一もしくは3枚以上のレンズより構成しても良い。

【0051】[実施形態2]次に本発明の実施形態2について説明する。

【0052】図3は本発明の光走査光学系の実施形態2の主走査方向の要部断面図(主走査断面図)である。同図において図1に示した要素と同一要素には同符番を付している。

【0053】本実施形態において前述の実施形態1と異なる点は第1、第2の2枚の偏向反射面51、52によって反射偏向された光束の合成の偏向反射角の等角速度誤差分を考慮して結像光学系6を最適化することにより、被走査面7上において略等速度走査を実現したことである。その他の構成および光学的作用は実施形態1と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

【0054】図4は図2の曲線 c に示した第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角で反射偏向された光束を、例えば焦点距離136.2366mmの理想的な $f\theta$ レンズで走査した場合の $f\theta$ 誤差を示している。ここに於いて、横軸は時間であり、 $t = 0.65\pi \sim 1.35\pi$ の範囲である。縦軸は $f\theta$ 誤差であり、単位は%で示している。

【0055】この $f\theta$ 誤差は前述した如く第1、第2の2枚の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角 θ ($\theta = \theta_1 + \theta_2 = 2\phi_{1\max} \sin \omega_1 t + 2\phi_{2\max} \sin \omega_2 t$) の $\theta = kt + \alpha$ に対する誤差に起因して発生

するものである。

【0056】図5は図4に於ける横軸の時間 t を、第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角で表したグラフである。

【0057】図4、図5から時間 $t=0.65\pi\sim1.35\pi$ の範囲（光束の偏向反射角にして ± 56 度相当）に於ける $f\theta$ 誤差は、ほぼ1%以内に収まっていることが解る。

【0058】本実施形態に於いては、この第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角 θ の等角速度誤差をも含んで、結像光学系6を最適化することによって、被走査面7上において略等速度走査を実現している。

【0059】具体的には光偏向器5による反射偏向で等角速度誤差があると、理想的な $f\theta$ 特性を有する結像光学系6を用いても被走査面7上において光束の走査に速度差が生じる。

【0060】そこで本実施形態では結像光学系6とし

て、このときの被走査面7上において発生する等速誤差と逆方向の等速誤差を発生する $f\theta$ 特性を有するようにしている。

【0061】即ち、第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角 θ の等角速度誤差分だけ、故意に結像光学系6の $f\theta$ 特性をずらしてやることにより、最終的に被走査面7上での $f\theta$ 特性を良好な性能とする訳である。

【0062】具体的には第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角 θ を、 $\theta=kt+\alpha$ と近似したときに $\theta_{\max}=\pm 45.73598$ 度の範囲（時間にして $t=t_0=0.71875\sim 1.28125\pi$ の範囲）において上記の如き手法にて各要素の設定を行っている。

【0063】表1に本発明の実施形態2に於ける光走査光学系の諸特性を示す。

【0064】

【表1】

表1

使用要素	λ (nm)	780
光源	B	1
光軸→1リレー・レンズ第1面	d0	23.6700
コリメータレンズ内厚	d1	2.0000
コリメータレンズ第2面→開口絞り	d2	10.0000
開口絞り→シリンドリカルレンズ第1面	d3	12.2800
シリンドリカルレンズ内厚	d4	6.0000
シリンドリカルレンズ第2面→第1偏向反射面	d5	48.3800
第1偏向反射面→第2偏向反射面	d6	15.0000
第2偏向反射面→第1走査レンズ第1面	d7	12.0149
第1走査レンズ内厚	d8	6.0000
第1走査レンズ第2面→第2走査レンズ第1面	d9	27.7695
第2走査レンズ内厚	d10	7.0000
第2走査レンズ第2面→被走査面	d11	124.9497
コリメータレンズ第1面曲率半径	R1	182.8120
コリメータレンズ第2面曲率半径	R2	-10.6408
シリンドリカルレンズ第1面主走査方向曲率半径	R1W	0.0000
シリンドリカルレンズ第1面副走査方向曲率半径	R1S	26.9930
シリンドリカルレンズ第2面曲率半径	R2	0.0000
コリメータレンズ屈折率	N1	1.7610
シリンドリカルレンズ屈折率	N4	1.5107
第1走査レンズ屈折率	N8	1.5242
第2走査レンズ屈折率	N9	1.5242
第1偏向反射面最大傾角	$\phi 1_{\max}$	± 21.6638
第2偏向反射面最大傾角	$\phi 2_{\max}$	± 5.3918
第1偏向反射面・第2偏向反射面傾角誤差比率	$\phi 1:\phi 2$	1:2
本実施形態レンズ構成数	f	136.2266
使用最大偏向反射角	θ_{\max}	± 45.73598 度

走査レンズ形状					
第1走査レンズ			第2走査レンズ		
面	面	面	面	面	面
R	-18.72050	R	-13.04799	R	114.75545
E	0.08572E-01	E	-2.24378E+00	E	4.30707E+00
B4	-5.74592E-06	B4	-3.02871E-03	B4	-1.07259E-03
B6	-1.09354E-07	B6	-3.49669E-09	B6	5.31076E-03
B8	-3.21320E-10	B8	-2.31174E-11	B8	-1.65772E-11
B10	0.00000E+00	B10	-5.76212E-13	B10	2.30708E-16
f	-9.81115	f	-9.72485	f	-24.93530
D2	2.84478E-02	D2	6.10018E-03	D2	2.12400E-03
D4	-1.40715E-03	D4	-8.69176E-05	D4	-6.23580E-07
D6	8.81639E-05	D6	2.24100E-04	D6	9.21895E-09
D8	-2.05481E-06	D8	-2.34012E-08	D8	-1.49121E-11
D10	1.64230E-08	D10	1.46409E-10	D10	1.27110E-14
第3走査レンズ			第4走査レンズ		
面	面	面	面	面	面
R	114.75545	R	110.00004	R	110.00004
E	4.30707E+00	E	-1.27260E+02	E	-1.27260E+02
B4	-1.07259E-03	B4	-7.64488E-03	B4	-7.64488E-03
B6	5.31076E-03	B6	2.52127E-09	B6	2.52127E-09
B8	-1.65772E-11	B8	-9.67666E-19	B8	-9.67666E-19
B10	2.30708E-16	B10	1.75014E-16	B10	1.75014E-16
f	-24.93530	f	-18.15680	f	-18.15680
D2	2.12400E-03	D2	7.09272E-04	D2	7.09272E-04
D4	-6.23580E-07	D4	-4.33000E-07	D4	-4.33000E-07
D6	9.21895E-09	D6	5.12186E-10	D6	5.12186E-10
D8	-1.49121E-11	D8	-1.04133E-13	D8	-1.04133E-13
D10	1.27110E-14	D10	0.00000E+00	D10	0.00000E+00

【0065】結像光学系6は、前述の如く第1、第2の2つの結像レンズ（ $f\theta$ レンズ）61、62から構成され、各レンズのレンズ面形状は、主走査断面内に於いては非球面形状であり、各レンズ面と光軸との交点を原点

とし、光軸方向をX軸、主走査断面内において光軸と直交する軸をY軸、副走査断面内において光軸と直交する軸をZ軸としたときに、

【0066】

【数1】

$$x = \frac{y^2/R}{1 + (1 + k)(y/R)^2} + B_4 y^4 + B_6 y^6 + B_8 y^8 + B_{10} y^{10}$$

【0067】なる式で表わされる。

【0068】尚、Rは曲率半径、k、 $B_4 \sim B_{10}$ は非球面係数である。

【0069】また副走査断面内の形状は、主走査方向のレンズ面座標がYであるところの、主走査断面内にお

$$r' = r(1 + D_2 y^2 + D_4 y^4 + D_6 y^6 + D_8 y^8 + D_{10} y^{10})$$

【0071】なる式で表わされる形状をしている。

【0072】尚、rは光軸上における曲率半径、 $D_2 \sim D_{10}$ は各係数である。

【0073】図6は本実施形態のfθ誤差を示す収差図である。先の図4、図5に示した1%程度のfθ誤差を結像光学系6のfθ特性を故意にずらすことにより、図6に示すように被走査面7上でのfθ誤差を0.2%以下という非常に少ない誤差に抑えている。

【0074】また図7は本実施形態の主走査方向及び副走査方向の像面湾曲特性を示す収差図である。

【0075】図8は本実施形態に於ける被走査面7での上主走査方向のスポット径の像高依存性を示す図である。

【0076】上述した如く第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角を略等角速度となるようにすることで、結像光学系6としてfθレンズを使用することが可能となっている為に、走査中心と走査端部の被走査面7上における主走査方向のスポット径を均一とすることが可能となっていることが解る。

【0077】但し、本実施形態においては第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角の等角速度誤差分を結像光学系6のfθ特性を故意にずらして補正を行っている為に、厳密には被走査面7上における主走査方向のスポット径が均一にはなっていない。図8から解るように実際には58μm～61μmの範囲で主走査方向のスポット径が弱冠変化している。

【0078】この主走査方向のスポット径の変化は、第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角の等角速度誤差分を、どこまで結像光学系6によって補正を行うかによって異なってくる。

【0079】本実施形態においては、第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角の等角速度誤差分は約1%程度であり、この1%分を結像光学系6で補正することによって主走査方向のスポット径の変化は約5%発生していることになる。

【0080】一般に被走査面7上においてスポット径にバラツキがあると、ハーフトーンの諧調再現性の劣化・場所による細線の幅の再現性の劣化等といった不具合が生じる。特にスポット径のバラツキが20%を超える

るレンズ面の法線を含みXY平面と直行する面内における副走査断面形状が円弧形状であり、その曲率半径が、

【0070】

【数2】

と、上記不具合が顕著に現われる為、高解像度・高品位の画像形成装置を達成出来なくなってしまう。

【0081】そこで本実施形態においては被走査面7上の走査中心以外の任意の位置における主走査方向の光束の結像スポット径をφ_{m1}、走査中心位置における主走査方向の光束の結像スポット径をφ_{m0}とすると、 $0.8 \times \phi_{m0} \leq \phi_{m1} \leq 1.2 \times \phi_{m0} \dots (1)$ の条件式(1)を満足するように結像光学系6によって補正を行うことによって、第1、第2の偏向反射面51、52による合成の偏向反射角の等角速度誤差分を設定している。【0082】本実施形態においては上記φ_{m0}が59.2488μm、φ_{m1}の最大値が60.7541μm、φ_{m1}の最小値が58.2643μm、となっており、上記条件式(1)を十分に満足していることが解る。

【0083】尚、各実施形態1、2において、光源1の半導体レーザーを単一の発光点からなるものとして構成しても良いし、複数の発光点から構成されるモノリシックマルチビーム半導体レーザーで構成しても良い。また単一の発光点からなる半導体レーザーを複数使用し、ビーム合成手段等により複数ビーム光源として構成しても良い。

【0084】また正弦振動を行う光偏向器を使用する場合は、その偏向反射面が1面しか存在しない為、従来のポリゴンミラーに比べ面数が少ない分、振動周波数を上げる必要が生じる。光源として複数の発光点から成る複数光源を使用することにより、振動周波数を上げずに高速プリントが可能な画像形成装置を達成出来る為、光源としては、少なくとも2つ以上の発光点からなる複数光源で構成されていることが望ましい。

【0085】〔実施形態3〕そこで本発明の実施形態3としては、光源としてモノリシックなマルチビーム半導体レーザーを使用する構成としている。

【0086】本実施形態における光源の発光点数は2つであり、その発光点間隔は80μmである。光走査光学系の諸特性は上記表-1に記したものと同一である。

【0087】本実施形態における光走査光学系の光源1から被走査面7に至る全系の副走査方向の結像倍率(副走査倍率)は4.95506倍である。従って、被走査

面7上において、2つの発光点から出射した光束が副走査方向にピッチ間隔 $42.33\mu\text{m}$ (600DPI) だけ離れて結像するようにモノリシックなマルチビーム半導体レーザーを時計回りに 6.1305 度だけ回転して配置する構成としている。

【0088】本実施形態の如く被走査面7上において一度に同時に複数の光束を走査する場合には、結像光学系6の副走査倍率が走査角度の如何に関わらず一定であることが必要である。何故なら結像光学系6の副走査倍率が走査角により異なっていると、走査域全域において所望の副走査方向のピッチ間隔を維持出来ず、高解像度・高品位の画像形成装置を達成出来なくなってしまうからである。

$$-0.25 \leq (\beta s_1 - \beta s_0) / \beta s_0 \leq 0.25 \cdots \cdots (2)$$

の条件式(2)を満足するように各要素を設定している。

【0092】図9に本実施形態における結像光学系6の上記条件式(2)の各像高に於ける値を示す。図9から解るように本実施形態に於いては副走査方向の横倍率が走査角によらず非常に均一に揃っており、複数ビームに対して好適な構成となっている。

【0093】尚、本実施形態においては、発光点の数を2と仮定して説明したが、これに限定されるものではなく、むしろ発光点数が3つ以上のときに對してより一層の効果が期待できるものである。

【0094】また被走査面7上における結像スポットのスポット径 Φ は、以下の式(3)で示されるように走査光学系の Fno と使用波長とで決定される。

$$\Phi = k \times Fno \times \lambda \cdots \cdots (3)$$

ここにおいて、 k は定数、 λ は使用波長である。

【0096】最近では高解像度・高品位の画像出力の要求から被走査面7上における結像スポットのスポット径 Φ を小さくすることが求められている。

【0097】一方、上式(3)から解るようにスポット径 Φ を小さくする為には、 Fno を小さくするか、使用波長 λ を短くする必要がある。

【0098】 Fno を小さくするということは光束幅を広くするのと同義であり、これは即ち、正弦振動を行う光偏向器の偏向反射面を大きくすることを意味する。ところが、正弦振動を行う光偏向器に於いては、偏向反射面の大きさを大きくすると振動周波数を上げることが出来ず、一般的に高速プリントに対しては不利となる。

【0099】一方、最近に於いては波長の短い半導体レーザー等の開発が加速され、レーザービームプリンタやデジタル複写機やマルチファンクションプリンタ等の画像形成装置に十分適用可能な状況になりつつある。さらに被走査面7上における結像スポット径 Φ を小さくした場合、スポットの深度幅は短くなるが、その幅は Fno の2乗に比例し、波長 λ の1乗に比例する。即ち、被走査面7上における結像スポットのスポット径 Φ を小さく

【0089】本発明者らの検討によると被走査面7上における複数ビームのピッチ間隔誤差が、所望のピッチ間隔の $1/4$ 以上の場合に顕著に画像を劣化させることが判明している。

【0090】即ち、解像度600DPIであれば所望の副走査方向のピッチ間隔 $42.33\mu\text{m}$ に対して、その $1/4$ である $10.6\mu\text{m}$ 以上の誤差が発生した場合に出力画像の劣化が顕著となる。

【0091】よって本実施形態における結像光学系6は、該結像光学系6の走査中心以外の任意の走査角における副走査方向の横倍率を βs_1 、走査中心位置における副走査方向の横倍率を βs_0 とするととき、

する手段としては使用波長を短くすることが好ましい。特に本実施形態のような正弦振動を行う光偏向器を使用する光走査光学系に於いては偏向反射面を大きくする必要が無く、高速プリントに対して有利であるという理由から、波長の短い光源を用いてスポット径 Φ を小さくすることによって、高解像度・高品位の画像出力が得られる画像形成装置を達成することが可能となる。

【0100】光源の波長としては $350 \sim 500\text{nm}$ の範囲の波長の光源を使用することが好ましい。

【0101】[実施形態4]そこで本発明の実施形態4としては、光源として $350 \sim 500\text{nm}$ の範囲の波長のものを使用する。尚、本実施形態では波長 500nm の光源を使用している。

【0102】前述した実施形態2に於ける主走査方向の結像スポット径は図8に示される如く約 $60\mu\text{m}$ であるが、光源として 500nm の波長のものを使用すれば、光偏向器の偏向反射面の大きさを全く変えることなく $40\mu\text{m}$ 以下のスポット径が得られる。 $40\mu\text{m}$ というスポット径は高解像度・高品位の画像出力に対しては十分な効果が得られるスポット径である。

【0103】またスポットの深度幅に関しては、例えば波長を短くせず Fno を小さくすることによって $40\mu\text{m}$ 以下のスポット径を実現した場合、その深度幅はもとの深度幅の4割に減少してしまうのに対し、波長を短くすることによって $40\mu\text{m}$ 以下のスポット径を実現した場合、その深度幅はもとの深度幅の6割に減少するだけである。

【0104】これは即ち、波長を短くすることによって $40\mu\text{m}$ 以下のスポット径を実現した場合の方がピンツずれに対する許容度が大いということであり、各光学部品の加工精度、走査光学系ユニットの組み立て精度を極端に高精度にしなくても、高解像度・高品位の画像出力が可能な画像形成装置を達成することが可能となる。

【0105】[カラー画像形成装置]図10は本発明の実施形態様のカラー画像形成装置の要部概略図である。本実施形態は、光走査装置(光走査光学系)を4個並べ各

々並行して像担持体である感光ドラム面上に画像情報を記録するタンデムタイプのカラー画像形成装置である。図10において、60はカラー画像形成装置、11, 12, 13, 14は各々実施形態1、2、3、4に示したいずれかの構成を有する光走査装置、21, 22, 23, 24は各々像担持体としての感光ドラム、31, 32, 33, 34は各々現像器、51は搬送ベルトである。尚、図10においては現像器で現像されたトナー像を被転写材に転写する転写器（不図示）と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器（不図示）とを有している。

【0106】図10において、カラー画像形成装置60には、パーソナルコンピュータ等の外部機器52からR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色信号が入力する。これらの色信号は、装置内のプリンタコントローラ53によって、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、B（ブラック）の各画像データ（ドットデータ）に変換される。これらの画像データは、それぞれ光走査装置11, 12, 13, 14に入力される。そして、これらの光走査装置からは、各画像データに応じて変調された光ビーム41, 42, 43, 44が射出され、これらの光ビームによって感光ドラム21, 22, 23, 24の感光面が主走査方向に走査される。

【0107】本実施形態におけるカラー画像形成装置は光走査装置（11, 12, 13, 14）を4個並べ、各々がC（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、B（ブラック）の各色に対応し、各々平行して感光ドラム21, 22, 23, 24面上に画像信号（画像情報）を記録し、カラー画像を高速に印字するものである。

【0108】本実施形態におけるカラー画像形成装置は上述の如く4つの光走査装置11, 12, 13, 14により各々の画像データに基づいた光ビームを用いて各色の潜像を各々対応する感光ドラム21, 22, 23, 24面上に形成している。その後、記録材に多重転写して1枚のフルカラー画像を形成している。

【0109】前記外部機器52としては、例えばCCDセンサを備えたカラー画像読取装置が用いられても良い。この場合には、このカラー画像読取装置と、カラー画像形成装置60とで、カラーデジタル複写機が構成される。

【0110】尚、本発明ではカラー画像形成装置に実施形態1又は2の光走査装置を適用したが、もちろんモノクロ画像形成装置に適用しても良い。

【0111】

【発明の効果】本発明によれば前述の如く正弦振動を行う光偏向器の偏向反射面を少なくとも2面使用し、その正弦振動の最大振幅と振動周期をそれぞれ異ならせることにより、反射偏向された光束を略等角速度で反射偏向させ、結像レンズとして $f\theta$ レンズの使用を可能とする

ことにより、走査中心と走査端部の被走査面上における主走査方向のスポット径が不均一になってしまうという従来の \arcsin レンズを使用した場合の問題点を完全に解消することができ、さらに小型で簡易な構成であるにも拘わらず被走査面上におけるスポット径が均一であり、かつ高画質化に対応できる光走査光学系及びそれを用いた画像形成装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の光走査光学系の主走査方向の要部断面図

【図2】 本発明の実施形態1の光走査光学系における、光偏向器によって反射偏向された光束の偏向角度を説明する図

【図3】 本発明の実施形態2の光走査光学系の主走査方向の要部断面図

【図4】 本発明の実施形態2の光走査光学系における、光偏向器によって反射偏向された光束の $f\theta$ 誤差を示す図

【図5】 本発明の実施形態2の光走査光学系における、光偏向器

【図6】 本発明の実施形態2の光走査光学系の $f\theta$ 誤差を示す図

【図7】 本発明の実施形態2の光走査光学系の主走査及び副走査の像面湾曲特性を示す図

【図8】 本発明の実施形態2の光走査光学系の上主走査方向のスポット径の像高依存性を示す図

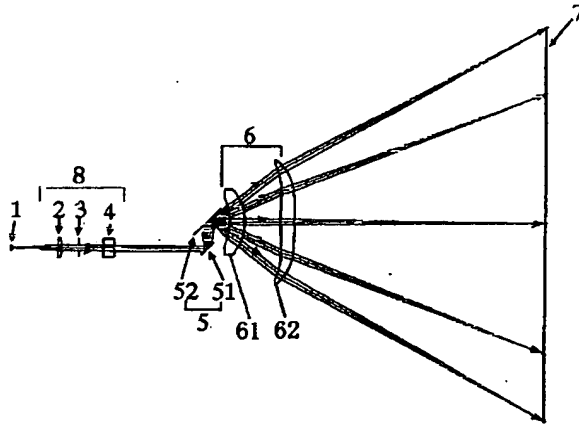
【図9】 本発明の実施形態3の光走査光学系の、走査結像レンズの副走査方向における横倍率の均一性を示す図

【図10】 本発明のカラー画像形成装置の実施形態を示す副走査方向の要部断面図

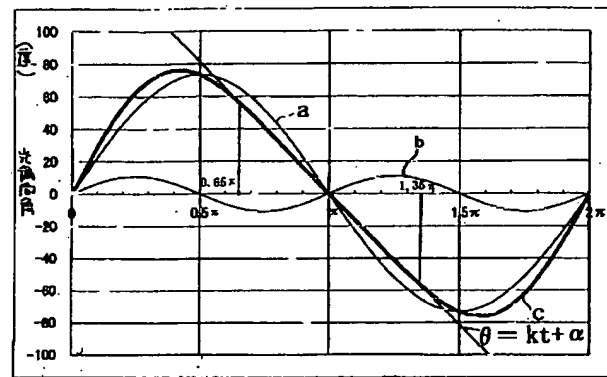
【符号の説明】

- 1 光源（半導体レーザー）
- 2 コリメーターレンズ
- 3 開口絞り
- 4 シリンドリカルレンズ
- 5 光偏向器
- 51 第1の偏向反射面
- 52 第2の偏向反射面
- 6 結像光学系
- 7 被走査面
- 11, 12, 13, 14...光走査装置
- 21, 22, 23, 24...像担持体（感光ドラム）
- 31, 32, 33, 34...現像器
- 41...搬送ベルト
- 51...マルチビームレーザー
- 52...外部機器
- 53...プリンタコントローラ
- 60...カラー画像形成装置

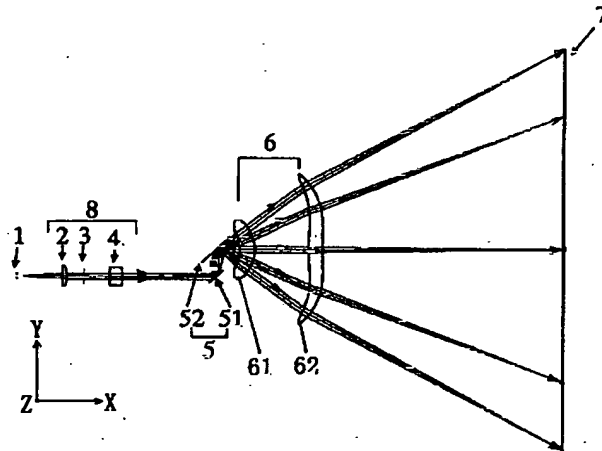
【図1】



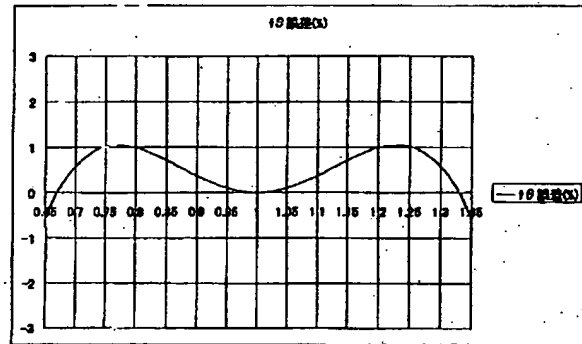
【図2】



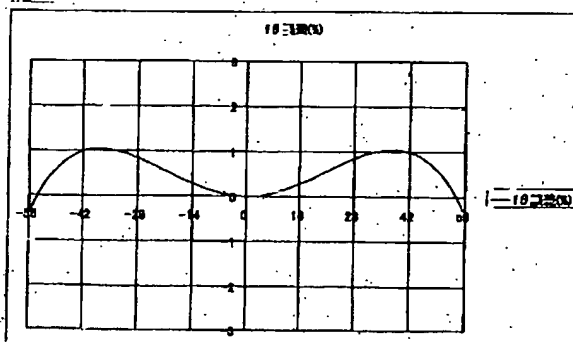
【図3】



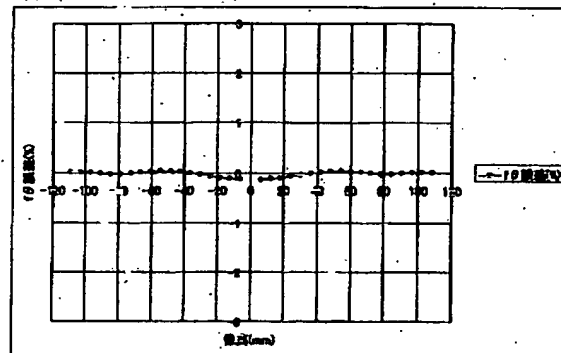
【図4】



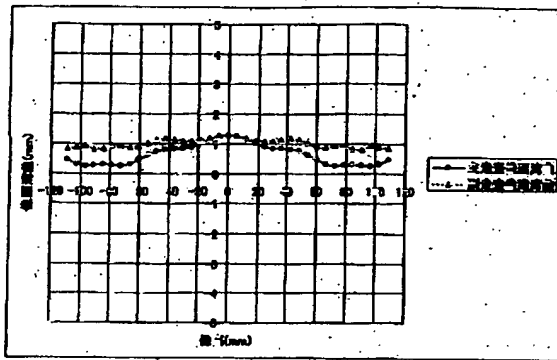
【図5】



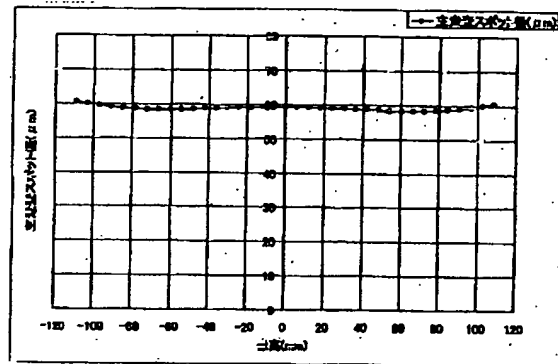
【図6】



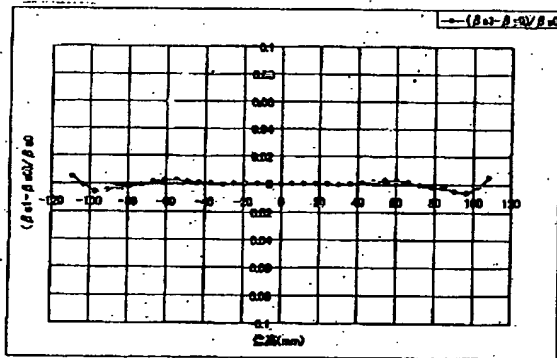
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

